

(A7) AC

**Method and system for detecting and adjusting wheel misalignment of a vehicle**

**Patent number:** DE10102678  
**Publication date:** 2001-10-18  
**Inventor:** KYRTSOS CHRISTOS (US)  
**Applicant:** MERITOR HEAVY VEHICLE SYS LTD (US)  
**Classification:**  
 - International: B62D17/00  
 - European: G01B21/26  
**Application number:** DE20011002678 20010122  
**Priority number(s):** US20000504534 20000215

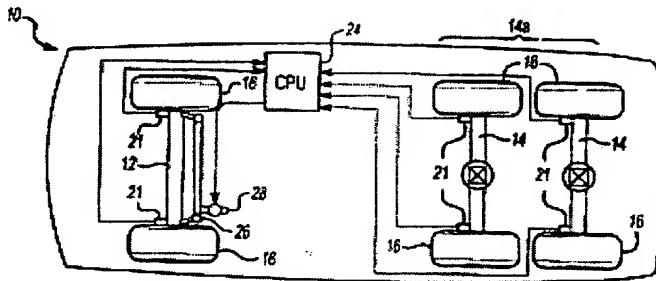
**Also published as:**  
 US6275753 (B1)  
 JP2001260619 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10102678

Abstract of corresponding document: **US6275753**

A method and system for detecting and adjusting misalignment of wheels of a vehicle while the vehicle is traveling on a road includes a sensor for sensing the number of revolutions for each of the steering wheels. A controller determines an alignment function based on the number of revolutions and compares the alignment function to an alignment threshold. The controller then detects misalignment of the steering wheels if the alignment function differs from the alignment threshold. Once misalignment is detected, an adjustment member is used to actively adjust the toe-in/toe-out position of the wheels as the vehicle travels down the road.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**USPS EXPRESS MAIL**  
 EV 636 851 522 US  
 JULY 22 2005



4889

A3 = AC  
**(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 101 02 678 A 1**

**(5) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 62 D 17/00**

**(21) Aktenzeichen: 101 02 678.1  
(22) Anmeldetag: 22. 1. 2001  
(43) Offenlegungstag: 18. 10. 2001**

<b>(30) Unionspriorität:</b> 504534 15. 02. 2000 US	<b>(12) Erfinder:</b> Kyrtos, Christos, Southfield, Mich., US
<b>(11) Anmelder:</b> Meritor Heavy Vehicle Systems, LLC, Troy, Mich., US	
<b>(14) Vertreter:</b> Prinz und Partner GbR, 81241 München	

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**(54) Verfahren und System zum Erfassen und Einstellen von Radausrichtfehlern eines Fahrzeugs**

**(57)** Ein Verfahren und System zum Erfassen und Einstellen eines Ausrichtfehlers von Rädern eines Fahrzeugs, während das Fahrzeug auf einer Straße fährt, umfaßt einen Sensor zum Erfassen der Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder. Ein Steuergerät ermittelt eine Ausrichtfunktion anhand der Anzahl von Umdrehungen und vergleicht die Ausrichtfunktion mit einem Ausrichtschwellenwert. Das Steuergerät erfaßt dann den Ausrichtfehler der gelenkten Räder, wenn die Ausrichtfunktion von dem Ausrichtschwellenwert abweicht. Sobald der Ausrichtfehler erfaßt ist, wird die Vorspur/Nachspurstellung der Räder mit Hilfe eines Einstellelements aktiv eingestellt, während das Fahrzeug die Straße entlangfährt.

**DE 101 02 678 A 1**

U.S. EXPRESS MAIL  
EV 636 851 522 US  
JULY 22 2005

**DE 101 02 678 A 1**

## Beschreibung

## TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren und Systeme zum Erfassen und Einstellen von Fahrzeugradausrichtfehlern infolge von Vorspur und Nachspur.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Bei Fahrzeugräder kommt es manchmal zu einem Ausrichtfehler. Einwirkungen der Straße sowie der allgemeine Verschleiß können zu einem "Radausrichtfehler" führen, wo ein Reifen die Straße in einem unerwünschten Winkel berührt. Dies wirkt sich wiederum nachteilig auf die Steuerung des Fahrzeugs aus und nutzt den Reifen schnell ab. Normalerweise lenkt das fahrende Fahrzeug beim Auftreten eines Radausrichtfehlers zu einer Seite, so daß der Fahrer gezwungen ist, das Fahrzeug in die entgegengesetzte Richtung gegenzulenken, um den Ausrichtfehler auszugleichen. In einer solchen Situation sollte das Fahrzeug "wieder ausgerichtet" werden, damit die korrekte Ausrichtung der Reifen wiederhergestellt ist.

[0003] Um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten, ist bei Fahrzeugen eine routinemäßige Einstellung der Radausrichtung erforderlich. Verschiedene Faktoren sind für die Radausrichtung relevant, wie zum Beispiel: der Wenderadius, der Achsnachlauf, der Radsturz, die Spreizung und die Radvorspur bzw. -nachspur. Jeder dieser im folgenden erläuterten Faktoren muß berücksichtigt werden, um einen minimalen Verschleiß der Reifen, eine maximale Lebensdauer der Bauteile und ein problemloses Lenken zu erreichen.

[0004] Der Wenderadius ist der Radius des von der Mitte der Fahrzeugspur für das äußere Vorderrad beim Fahren der kürzesten Kehre erzeugten Bogens. Der Nachlaufwinkel ist die in Grad angegebene Neigung, mit der sich das obere Ende des Achsschenkelbolzens zum vorderen oder hinteren Ende des Fahrzeugs in bezug auf die Vertikale neigt. Normalerweise wird ein positiver Nachlauf verwendet, der die Achse des Achsschenkelbolzens vor den Punkt des Straßenkontakts legt. Dies führt dazu, daß die Räder geradeaus rollen wollen, womit eine maximale Richtungsstabilität erzielt wird. Der Radsturz ist der in Grad angegebene Betrag, um den die Vorderräder aus der vertikalen Ebene geneigt oder gekippt sind, wenn alle Räder auf einer Ebene liegen und sich in der Geradeauslaufstellung befinden. Durch den Radsturz kommt der Straßenkontaktpunkt näher an die Achse des Achsschenkelbolzens, so daß Achsspannungen verringert werden. Der Spreizungswinkel ist der in Grad angegebene Betrag, um den das obere Ende des Achsschenkelbolzens aus einer vertikalen Stellung oben in Richtung zur Mittellinie des Fahrgestells und unten von der Mittellinie weg geneigt ist. Zu einem Radausrichtfehler kommt es, wenn einer dieser Faktoren nicht mehr der Spezifikation entspricht, doch bei den meisten Ausrichtfehlern kommt es im allgemeinen zu einer Vorspur bzw. Nachspur der Lenkachse.

[0005] Wenn bei Betrachtung der Vorderachse und der Vorderräder von oben die Räder mit ihrem vorderen Bereich näher beieinander stehen als mit ihrem hinteren Bereich, wird dies als Vorspur bezeichnet. Wenn die Räder mit ihrem vorderen Bereich weiter auseinander stehen als mit ihrem hinteren Bereich, wird dies als Nachspur bezeichnet. Wegen des Radsturzes sind die Räder normalerweise für eine Vorspur eingestellt, so daß die Räder bei fahrendem Fahrzeug parallel zum Fahrzeug bleiben. Wenn sich die Vorspur nicht in der richtigen Einstellung befindet, wird die Lenkung des Fahrzeugs negativ beeinflußt, und der Verschleiß der Reifen nimmt zu.

[0006] Um festzustellen, ob und wieviel Verstellung der Radausrichtung notwendig ist, wird gegenwärtig die Messung von Vorspur und Nachspur von einem Arbeiter entweder von Hand geschätzt oder elektronisch ermittelt, während das Fahrzeug steht. Dann stellt der Arbeiter die Bauteile der Lenkung zur Korrektur des Ausrichtfehlers von Hand ein, um die korrekte Vorspurstellung für die Reifen herzustellen.

[0007] Wenngleich das vorliegende Verfahren zur Ermittlung des Radausrichtfehlers eines Fahrzeugs seit Jahren verwendet wird, ist dieses Verfahren etwas zeitraubend und manchmal ungenau. Dies ist zum großen Teil auf einen Lesefehler der Vorspurnessung vor der Einstellung oder auf eine fehlerhafte Konfiguration einer Vorrichtung zur Messung der Fluchtung zurückzuführen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein System bereitzustellen, mit dem ein Ausrichtfehler der gelenkten Räder eines Fahrzeugs erfaßt wird, während das Fahrzeug tatsächlich auf einer Straße fährt.

[0009] Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens und eines Systems zum automatischen Steuern der gelenkten Räder, um sie nach Erfassen des Ausrichtfehlers wieder in die Flucht zu bringen.

[0010] In Durchführung der obigen und weiterer Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren bereitgestellt, mit dem ein Ausrichtfehler von Rädern eines Fahrzeugs erfaßt wird, während das Fahrzeug auf einer Straße fährt. Das Verfahren umfaßt die Überwachung der Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder, die Ermittlung einer Ausrichtfunktion anhand der Anzahl von Umdrehungen, den Vergleich der Ausrichtfunktion mit einem vorbestimmten Schwellenwert, und die Erfassung des Ausrichtfehlers der gelenkten Räder, wenn die Ausrichtfunktion von dem vorbestimmten Schwellenwert um einen vorbestimmten Betrag abweicht.

[0011] In weiterer Durchführung der obigen und weiterer Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Durchführung der Schritte des obigen Verfahrens bereitgestellt. Das System umfaßt einen Sensor zum Erfassen der Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder. Das System umfaßt außerdem ein Steuergerät zum Ermitteln einer Ausrichtfunktion anhand der Anzahl von Umdrehungen, zum Vergleichen der Ausrichtfunktion mit einem vorbestimmten Schwellenwert und zum Erfassen eines Ausrichtfehlers der gelenkten Räder, wenn die Ausrichtfunktion von dem vorbestimmten Schwellenwert um einen vorbestimmten Betrag abweicht.

[0012] Ein weiteres Merkmal der vorliegenden Erfindung ist ein System, das den Radausrichtfehler während der Fahrt des Fahrzeugs aktiv einstellt. Das System umfaßt ein Steuergerät zum Erzeugen eines Steuersignals, wenn der Radausrichtfehler erfaßt wird, und eine Einstellstange, die sich zwischen den Rädern erstreckt und funktional mit diesen gekoppelt ist, um die Räder zwischen verschiedenen Vorspur- und Nachspurstellungen zu bewegen. Mit der Einstellstange ist ein Stellglied verbunden, um die Stellung der Stange anhand des Steuersignals zu steuern.

[0013] Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und den Zeichnungen verständlich.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht eines Fahr-

zeug mit dem System nach der vorliegenden Erfindung;  
[0015] Fig. 2 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Achse mit der idealen Radstellung;  
[0016] Fig. 2A ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Achse mit Vorspur;  
[0017] Fig. 2B ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Achse mit Nachspur; und  
[0018] Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung der allgemeinen Abfolge von Schritten bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0019] Ein Fahrzeug ist in Fig. 1 allgemein bei 10 dargestellt. Das Fahrzeug umfaßt normalerweise eine vordere gelenkte Nischenachsachse 12 und eine Hinterachse 14 mit daran befestigten Rädern 16. Alternativ kann die Hinterachse 14 eine Tandemachse sein, wie bei 14a veranschaulicht. Das Fahrzeug 10 umfaßt herkömmliche Raddrehzahl-sensoren 21, die an jedem Rad 16 angebracht sind, um die Raddrehzahl zu messen oder um eine Reihe von der Raddrehzahl entsprechenden Impulsen zu erzeugen, wie im Stand der Technik wohlbekannt ist. Die Raddrehzahlsensoren 21 erzeugen Raddrehzahlsignale, die an eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 24 mit einer einprogrammierten Steuerlogik übertragen werden, um das Verfahren der vorliegenden Erfindung durchzuführen, wie nachfolgend näher erläutert wird.

[0020] Ferner umfaßt das Fahrzeug 10 eine herkömmliche Spurstange oder Einstellstange 26, die zwischen den zwei gelenkten Vorderrädern 16 gekoppelt ist. Die Einstellstange 26 wird normalerweise von Hand eingestellt, um jeglichen Vorspur/Nachspur-Ausrichtfehler zwischen dem linken und rechten gelenkten Vorderrad 16 zu korrigieren. Bei der vorliegenden Erfindung umfaßt das Fahrzeug 10 einen Motor 28, wie zum Beispiel einen Linearmotor, der mit der Einstellstange 26 und der CPU 24 gekoppelt ist. Nach Erhalt der Raddrehzahlsignale von den Raddrehzahlsensoren 21 verarbeitet die CPU 24 die Daten gemäß der einprogrammierten Steuerlogik, um festzustellen, ob die Vorspurausrichtung für die Räder 16 außerhalb der Spezifikation liegt. Wenn ja, erzeugt die CPU 24 ein entsprechendes Steuersignal zum Empfang durch den Motor 28, der dann die Einstellstange 26 entsprechend bewegt, um die gelenkten Vorderräder 16 korrekt auszurichten, d. h. die Räder für mehr oder weniger Vorspur einzustellen.

[0021] Eine ideale Radfluchtung für die Achse 12 ist in Fig. 2 dargestellt. Eine übertriebene Vorspurfluchtung ist in Fig. 2A dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, daß bei Betrachtung von oben der vordere Bereich der Räder 16 näher beieinander steht als der hintere Bereich der Räder. Eine übertriebene Nachspurfluchtung ist in Fig. 2B dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, daß bei Betrachtung von oben der vordere Bereich der Räder 16 weiter auseinander steht als der hintere Bereich der Räder 16. Bei zuviel Vorspur oder Nachspur fliehen die Räder nicht, und es kommt zu einem erhöhten Verschleiß der Reifen. Die Lenkung wird ebenfalls nachteilig beeinflußt, weil der Fahrer versuchen wird, das Fahrzeug zentriert zu halten, indem er die Räder 16 wieder zurückdreht, um zu versuchen, die ideale Radausrichtung gemäß Fig. 2 zu erzielen.

[0022] In Fig. 3 ist nun ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung der allgemeinen Abfolge von Schritten bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung dargestellt. Das Verfahren beginnt mit dem Schritt der Ermittlung einer Ausrichtfunktion Fm, wie in Block 40 gezeigt. Um Fm zu ermitteln, muß die Anzahl von Umdrehungen für jedes der ge-

lenkten Räder 16 gemessen werden. Dies geschieht durch Zählen der Anzahl der von den Raddrehzahlsensoren 21 erfaßten Impulse. Das heißt, eine vorbestimmte Anzahl von Impulsen kann einer Radumdrehung entsprechen, oder umgekehrt kann pro Radumdrehung ein Impuls erzeugt und erfaßt werden. Es wird eine vorbestimmte Anzahl N von Ausrichtfunktionen berechnet, so daß ein Durchschnitt  $F_{mav}$  ermittelt werden kann. Der vorbestimmte Satz N kann auf einer bestimmten Anzahl von Ausrichtfaktoren pro zurückgelegter Strecke basieren, oder er kann auf einer bestimmten Anzahl von Ausrichtfaktoren pro spezifischer Zeitdauer basieren.  $F_{mav} = \Sigma F_m(i)/N$ . Die Ausrichtfunktionen Fm werden berechnet, bis die vorbestimmte Anzahl N berechnet ist, wie in Block 42 gezeigt. Sobald die vorbestimmte Anzahl N von Ausrichtfunktionen Fm berechnet ist, wird der Durchschnitt  $F_{mav}$  berechnet, wie in Block 44 gezeigt.

[0023] Als nächstes wird die durchschnittliche Ausrichtfunktion  $F_{mav}$  mit einem vorbestimmten Ausrichtschwellenwert  $F_{th}$  verglichen, wie in Block 46 gezeigt. Wenn die durchschnittliche Ausrichtfunktion  $F_{mav}$  um einen vorbestimmten Betrag größer ist als der vorbestimmte Schwellenwert  $F_{th}$ , dann wird ein Ausrichtfehler erfaßt. Der Schwellenwert  $F_{th}$  kann ein vorbestimmter Wert sein, kann experimentell ermittelt werden oder kann ein vorheriger Wert  $F_{mav}$  sein. Die Ermittlung von  $F_{th}$  wird nachfolgend näher erläutert.

[0024] Die Ausrichtfunktion Fm kann auf eine von mehreren Arten ermittelt werden. Zum Beispiel entspricht die Ausrichtfunktion Fm bei einer ersten Ausführungsform der Anzahl der über eine bekannte vorbestimmte Strecke gezählten Radumdrehungen. Diese bekannte Strecke kann zum Beispiel über ein globales Positionsbestimmungssystem (GPS) berechnet werden. In diesem Fall entspricht der vorbestimmte Schwellenwert  $F_{th}$  einer Anzahl von Radumdrehungen, die auf der vorbestimmten Strecke bei perfekt ausgerichteten Rädern 16 experimentell ermittelt wurde. Wenn die Anzahl von Radumdrehungen um einen vorbestimmten Betrag größer oder kleiner ist als die vorbestimmte Anzahl von Radumdrehungen, dann kann ein Ausrichtfehler bei den gelenkten Rädern 16 festgestellt werden.

[0025] Bei einer alternativen Ausführungsform entspricht die Ausrichtfunktion Fm der über eine vorbestimmte Zeitdauer berechneten Anzahl von Radumdrehungen. In diesem Fall ist der vorbestimmte Schwellenwert  $F_{th}$  die über eine vorbestimmte Zeitdauer für jedes der entsprechenden Antriebsräder berechnete Anzahl von Radumdrehungen. Wenn die Anzahl von Umdrehungen für die gelenkten Räder von der Anzahl von Umdrehungen für die entsprechenden Antriebsräder um einen vorbestimmten Betrag abweicht, dann kann wieder ein Ausrichtfehler festgestellt werden.

[0026] Bei noch einer weiteren Ausführungsform wird die Ausrichtfunktion Fm nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$F_m = \left[ \frac{(LE - E) + (RE - E)}{2} \right] * \left( e^{\frac{-D}{T}} \right)$$

dabei ist LE = Gesamtzahl der von dem linken gelenkten Rad während eines vorbestimmten Abtastzeitraums erzeugten Impulse; RE = Gesamtzahl der von dem rechten gelenkten Rad während des vorbestimmten Abtastzeitraums erzeugten Impulse; E = ein erwarteter Wert für die Anzahl von Impulsen für das linke und rechte gelenkte Rad bezogen auf die von einem mit der Abtriebswelle des Fahrzeuggetriebes gekoppelten Sensor (nicht dargestellt) erfaßte Geschwindig-

keit des Fahrzeugs, oder zum Beispiel bezogen auf GPS; D = Gesamtzahl der Unterschiede zwischen dem linken und rechten gelenkten Rad während des Abtastzeitraums (d. h. ein Zähler, der jeden Abtastzeitraum inkrementiert hat, wenn der Absolutwert von (LE-RE) nicht gleich Null ist); und T = Gesamtzeit des Abtastzeitraums. Der Term im Exponent dient als Filter zur Beseitigung von Schwankungen beim Ausscheren des Fahrzeugs, z. B. wenn das Fahrzeug andere Fahrzeuge überholt oder die Spur wechselt. Dieser Term kann jedoch eliminiert werden, um rechnerische Einschränkungen zu berücksichtigen und dennoch ähnliche Ergebnisse zu erhalten.

[0027] Idealerweise würde  $F_m$  als "0" berechnet, so daß kein Radausrichtfehler vorliegt. Es gibt jedoch bei jeder Achse von Haus aus einen gewissen Betrag an Radausrichtfehlern. Ziel ist es, den "Ausrichtfehler" in einem akzeptablen Bereich zu halten, um den Reifenverschleiß zu minimieren, d. h. Ziel ist es,  $F_m$  zu minimieren. Wenn die Räder 16 in dem akzeptablen Bereich liegen, wird eine Ausrichtfunktion  $F_m$  der Nulllinie hergestellt, die effektiv mit dem Ausrichtfehler Null (0) gleichgesetzt wird. Wenn das Fahrzeug über Unebenheiten fährt und auf andere rauhe Straßenbedingungen trifft, bringen die Bauteile der Achse die Räder 16 langsam aus dem akzeptablen Bereich heraus. Die Werte  $F_{m_{av}}$ , die fortlaufend berechnet werden, werden schließlich größer, wenn die Räder nicht mehr fliehen. Schließlich wird  $F_{m_{av}}$  größer sein als der vorbestimmte Schwellenwert  $F_{th}$ . Die CPU 24 wird somit einen Ausrichtfehler erfassen und ein Signal zu dem Motor 28 schicken, damit er die Einstellstange 26 bewegt.

[0028] Zunächst wird die CPU feststellen, ob die letzte vorgenommene Einstellung eine Nachspureinstellung war, wie in Block 48 in Fig. 3 gezeigt. Wenn vorher keine Einstellung vorgenommen wurde oder wenn die letzte Einstellung eine Vorspureinstellung war, dann wird der Rechner feststellen, ob der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  niedriger war als der neue Wert  $F_{m_{av}}$  wie in Block 50 gezeigt. Wenn der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  größer war als der neue Wert  $F_{m_{av}}$  oder wenn es keinen vorherigen Wert  $F_{m_{av}}$  gegeben hat, dann sendet die CPU 24 ein Signal, damit die Vorspur eingestellt wird, siehe Block 52. Wenn also keine vorherige Einstellung stattgefunden hat, wird die erste Einstellung eine Vorspureinstellung sein. Oder wenn eine vorherige Vorspureinstellung vorgenommen wurde und der Wert  $F_{m_{av}}$  besser wird, d. h. sich mehr dem vorbestimmten Schwellenwert  $F_{th}$  nähert, dann wird eine weitere Vorspureinstellung vorgenommen, bis  $F_{m_{av}}$  gleich oder kleiner ist als der vorbestimmte Schwellenwert  $F_{th}$ . Wenn die vorherige Einstellung eine Vorspureinstellung war und  $F_{m_{av}}$  schlechter wird, d. h. der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  niedriger war als der neue Wert  $F_{m_{av}}$ , dann wird keine weitere Vorspureinstellung vorgenommen, und stattdessen wird eine korrigierende Nachspurinstellung vorgenommen, siehe Block 54.

[0029] Wenn die letzte Einstellung eine Nachspureinstellung war, dann wird der Rechner feststellen, ob der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  niedriger war als der neue Wert  $F_{m_{av}}$ , wie in Block 56 gezeigt. Wenn der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  niedriger war als der neue Wert  $F_{m_{av}}$ , d. h.  $F_{m_{av}}$  wird schlechter, dann wird keine weitere Nachspureinstellung erfolgen, und die CPU 24 sendet ein Signal, damit als Vorspur eingestellt wird, siehe Block 52. Wenn  $F_{m_{av}}$  besser wird, d. h. der vorherige Wert  $F_{m_{av}}$  war nicht niedriger als der neue Wert  $F_{m_{av}}$ , aber immer noch größer als der vorbestimmte Schwellenwert, dann wird eine weitere Nachspureinstellung vorgenommen.

[0030] Jeder vorbestimmte Einstellwert kann als Einstellinkrement für die Einstellstange 26 verwendet werden. Vorentsprechend erfolgt die Einstellung in Inkrementen von

1/16 Inch (1/16 in.). Wenn eine korrigierende Einstellung vorgenommen werden muß, d. h. es wurde eine Vorspureinstellung vorgenommen, die zu einem schlechteren  $F_{m_{av}}$  führte, dann wäre die korrigierende Einstellung 1/8 Inch (1/8 in. = 1/16 in. + 1/16 in.).

[0031] Anstatt fest, kann der Schwellenwert auch variabel sein. Das heißt, die Ausrichtfunktion  $F_m$  kann mit ihrem vorherigen Wert verglichen werden, um  $F_m$  zu minimieren. Hier werden Ausrichteinstellungen vorgenommen, bis der Mindestwert für  $F_m$  erreicht ist. Damit kann die CPU 24 die Ausrichtung auf spezielle Straßenzustände, Fahrzugglast und Fahrzeuggeschwindigkeit optimieren. Bei den aktuellen Fahrzeugbedingungen wird somit eine dynamische Ausrichtung vorgenommen.

[0032] Bei Erfassung des Ausrichtfehlers unter Verwendung einer jeden der oben beschriebenen Ausführungsformen kann der Winkel der gelenkten Räder entsprechend gesteuert werden, um den Ausrichtfehler zu reduzieren und schließlich auszuschalten. Dabei wird die Vorspur/Nachspur-Stellung der gelenkten Räder 16 eingestellt, wenn das Steuergerät 24 einen Befehl zum Empfang durch den Motor 28 erzeugt, der wiederum die Einstellstange 26 in Drehung versetzt.

[0033] Wenn das Steuergerät 24 anhand eines schlechter werdenden Wertes  $F_{m_{av}}$  feststellt, daß die gelenkten Räder in der falschen Richtung eingestellt werden, dann wird der Winkel der gelenkten Räder in der zur vorherigen Einstellung entgegengesetzten Richtung eingestellt. Diese Form der Einstellung kann automatisch unter Verwendung eines neuronalen Netzes oder eines mit einem fuzzy-Algorithmus arbeitenden Steuergeräts durchgeführt werden.

[0034] Wenn also für  $F_m$  ein Aufwärtstrend erfaßt wird (d. h.  $F_m$  übersteigt einen vorbestimmten Schwellenwert), dann wird die Radspur (z. B. Vorspur) um einen vorbestimmten Betrag eingestellt. Wenn der neu ermittelte Wert  $F_m$  ebenfalls den vorbestimmten Schwellenwert übersteigt und immer noch ansteigt, dann werden die gelenkten Räder für eine Nachspur um den vorbestimmten Betrag eingestellt. Wenn  $F_m$  jedoch abnimmt und dabei immer noch den vorbestimmten Schwellenwert übersteigt, werden die gelenkten Räder wieder für eine Vorspur um entweder denselben Betrag oder um einen erhöhten Betrag eingestellt.

[0035] Es wurden nun bevorzugte Ausführungsformen offenbart. Ein Fachmann würde jedoch erkennen, daß Modifikationen in den Rahmen dieser Erfindung fallen würden. Die folgenden Ansprüche sollten also studiert werden, um den Umfang und Inhalt dieser Erfindung zu ermitteln.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines Ausrichtfehlers von Rädern eines Fahrzeugs während das Fahrzeug auf einer Straße fährt, wobei das Fahrzeug an einer Lenkachse montierte gelenkte Räder und an einer Antriebsachse montierte Antriebsräder aufweist und wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:  
Erfassen einer Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder;  
Ermitteln einer Ausrichtfunktion anhand der Anzahl von Umdrehungen;  
Vergleichen der Ausrichtfunktion mit einem Ausrichtschwellenwert; und  
Erfassen des Ausrichtfehlers der gelenkten Räder, wenn die Ausrichtfunktion von dem Ausrichtschwellenwert abweicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Ermitteln der Ausrichtfunktion das Ermitteln einer Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder über eine

vorbestimmte Strecke umfaßt und bei dem der Ausrichtschwellenwert einer empirisch ermittelten Anzahl von Radumdrehungen entspricht, die der vorbestimmten Strecke, bei der kein Ausrichtfehler vorliegt, zugeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ferner eine Anzahl von Umdrehungen für jedes der Antriebsräder erfaßt wird, wobei das Ermitteln der Ausrichtfunktion das Ermitteln einer Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder über eine vorbestimmte Zeitdauer 10 umfaßt und wobei der Ausrichtschwellenwert der über die vorbestimmte Zeitdauer für jedes der entsprechenden Antriebsräder ermittelten Anzahl von Umdrehungen entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Ermitteln 15 der Ausrichtfunktion folgende Schritte umfaßt:  
Erfassen einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs; Ermitteln eines Unterschieds zwischen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und der Anzahl von Radumdrehungen für jedes der gelenkten Räder; und 20 Ermitteln der Ausrichtfunktion anhand des Unterschieds.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Ermitteln 25 der Ausrichtfunktion ferner das Filtern von Daten umfaßt, bei dem es zwischen jedem der gelenkten Räder einen Unterschied in der Anzahl der Radumdrehungen gibt.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der Ausrichtschwellenwert ein fester vorbestimmter Wert ist.

7. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der Ausrichtschwellenwert ein variabler Schwellenwert ist, der einem vorherigen Wert der Ausrichtfunktion entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ferner ein Winkel der gelenkten Räder gesteuert wird, um die gelenkten Räder nach Erfassung eines Ausrichtfehlers wieder 35 auszurichten.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Steuern des Winkels ferner folgende Schritte umfaßt:

Einstellen des Winkels eines der gelenkten Räder in eine erste Richtung; 40 Ermitteln einer anschließenden Ausrichtfunktion;

im Falle eines Abweichens der anschließenden Ausrichtfunktion von dem Ausrichtschwellenwert Feststellen, ob die anschließende Ausrichtfunktion die vorherige Ausrichtfunktion übersteigt;

wenn ja, Einstellen des Winkels des einen der gelenkten Räder in eine der ersten Richtung entgegengesetzte, zweite Richtung; und

wenn nein, Einstellen des Winkels des einen der gelenkten Räder weiter in die erste Richtung. 50

10. System zum Erfassen eines Ausrichtfehlers von Rädern eines Fahrzeugs während das Fahrzeug auf einer Straße fährt, wobei das Fahrzeug an einer Lenkachse montierte gelenkte Räder und an einer Antriebsachse montierte Antriebsräder aufweist, wobei das System folgendes umfaßt:

einen Sensor zum Erfassen einer Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder; und ein Steuergerät zum Ermitteln einer Ausrichtfunktion anhand der Anzahl von Umdrehungen, zum Vergleichen der Ausrichtfunktion mit einem Ausrichtschwellenwert und zum Erfassen eines Ausrichtfehlers der gelenkten Räder, wenn die Ausrichtfunktion von dem Ausrichtschwellenwert abweicht.

11. System nach Anspruch 10, bei dem das Steuergerät 65 beim Ermitteln der Ausrichtfunktion ferner eine Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder über eine vorbestimmte Strecke ermittelt und bei dem

der Ausrichtschwellenwert einer empirisch ermittelten Anzahl von Radumdrehungen entspricht, die der vorbestimmten Strecke, bei der kein Ausrichtfehler vorliegt, zugeordnet ist.

12. System nach Anspruch 10, das ferner einen zweiten Sensor zum Erfassen einer Anzahl von Radumdrehungen für jedes der Antriebsräder umfaßt und bei dem das Steuergerät beim Ermitteln der Ausrichtfunktion ferner eine Anzahl von Umdrehungen für jedes der gelenkten Räder über einen vorbestimmten Zeitraum ermittelt und bei dem der Ausrichtschwellenwert einer über den vorbestimmten Zeitraum für jedes der entsprechenden Antriebsräder ermittelten Anzahl von Umdrehungen entspricht.

13. System nach Anspruch 10, das ferner folgendes umfaßt:

einen Geschwindigkeitssensor zum Erfassen einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs; und bei dem das Steuergerät beim Ermitteln der Ausrichtfunktion ferner einen Unterschied zwischen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und der Anzahl von Radumdrehungen für jedes der gelenkten Räder ermittelt und die Ausrichtfunktion anhand des Unterschieds ermittelt.

14. System nach Anspruch 13, bei dem das Steuergerät beim Ermitteln der Ausrichtfunktion ferner Daten filtert, bei denen es zwischen jedem der gelenkten Räder einen Unterschied in der Anzahl der Radumdrehungen gibt.

15. System nach Anspruch 13, bei dem der Ausrichtschwellenwert ein fester vorbestimmter Wert ist.

16. System nach Anspruch 13, bei dem der Ausrichtschwellenwert ein variabler Schwellenwert ist, der einem vorherigen Wert der Ausrichtfunktion entspricht.

17. System nach Anspruch 10, bei dem das Steuergerät ferner einen Winkel der gelenkten Räder steuert, um die gelenkten Räder nach Erfassung des Ausrichtfehlers auszurichten.

18. System nach Anspruch 17, bei dem das Steuergerät beim Steuern des Winkels ferner den Winkel eines der gelenkten Räder in eine erste Richtung einstellt; eine anschließende Ausrichtfunktion ermittelt; im Falle eines Unterschieds der anschließenden Ausrichtfunktion von dem Ausrichtschwellenwert feststellt, ob die anschließende Ausrichtfunktion größer ist als die vorherige Ausrichtfunktion; wenn ja, den Winkel des einen der gelenkten Räder in eine der ersten Richtung entgegengesetzte, zweite Richtung einstellt; und wenn nein, den Winkel des einen der gelenkten Räder weiter in die erste Richtung einstellt.

19. System zum aktiven Einstellen eines Radausrichtfehlers während der Fahrt des Fahrzeugs für ein Fahrzeug, bei dem wenigstens ein Paar von Rädern an einer Achse montiert ist, wobei das System folgendes umfaßt:

ein Steuergerät zum Erzeugen eines Steuersignals, wenn der Radausrichtfehler erfaßt ist; eine Einstellstange, die sich zwischen den Rädern erstreckt und funktional mit diesen verbunden ist, um die Räder zwischen verschiedenen Vorspur- und Nachspurstellungen zu bewegen; und ein Stellglied, das mit der Einstellstange verbunden ist, um die Stellung der Stange anhand des Steuersignals zu steuern.

20. System nach Anspruch 19, bei dem das Stellglied aus einem mit der Einstellstange gekoppelten Linearmotor besteht.

21. System nach Anspruch 20, bei dem der Motor die

Einstellstange in eine erste Richtung dreht, um die Räder in eine Vorspurstellung zu bewegen, und die Einstellstange in eine zu der ersten Richtung entgegengesetzte, zweite Richtung dreht, um die Räder in eine Nachspurstellung zu bewegen.

22. Verfahren zum aktiven Einstellen eines Radausrichtfehlers während der Fahrt des Fahrzeugs für ein Fahrzeug, bei dem wenigstens ein Paar von Rädern an einer Achse montiert ist, mit Hilfe eines Einstellelements, das sich zwischen den Rädern erstreckt und mit diesen gekoppelt ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

- (a) Erfassen eines Radausrichtfehlers während der Fahrt des Fahrzeugs;
- (b) Erzeugen eines Steuersignals;
- (c) Bewegen des Einstellelements, um die Räder anhand des Steuersignals in eine erste eingestellte Stellung zu bringen.

23. Verfahren nach Anspruch 22, das die folgenden Schritte umfaßt:

Erfassen eines erhöhten Radausrichtfehlers im Anschluß an Schritt (c), Erzeugen eines zweiten Steuersignals und Bewegen des Einstellelements in eine entgegengesetzte Richtung, um die Räder anhand des zweiten Steuersignals in eine zweite eingestellte Stellung zu bringen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

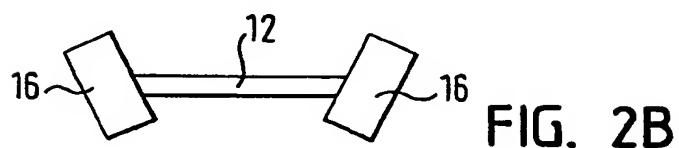
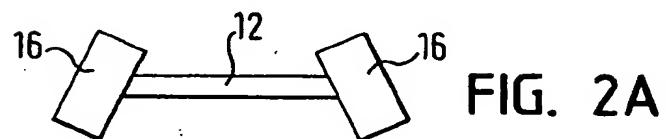
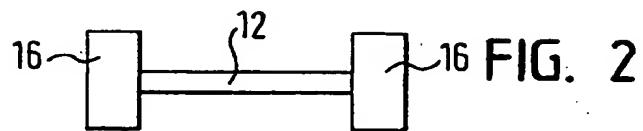
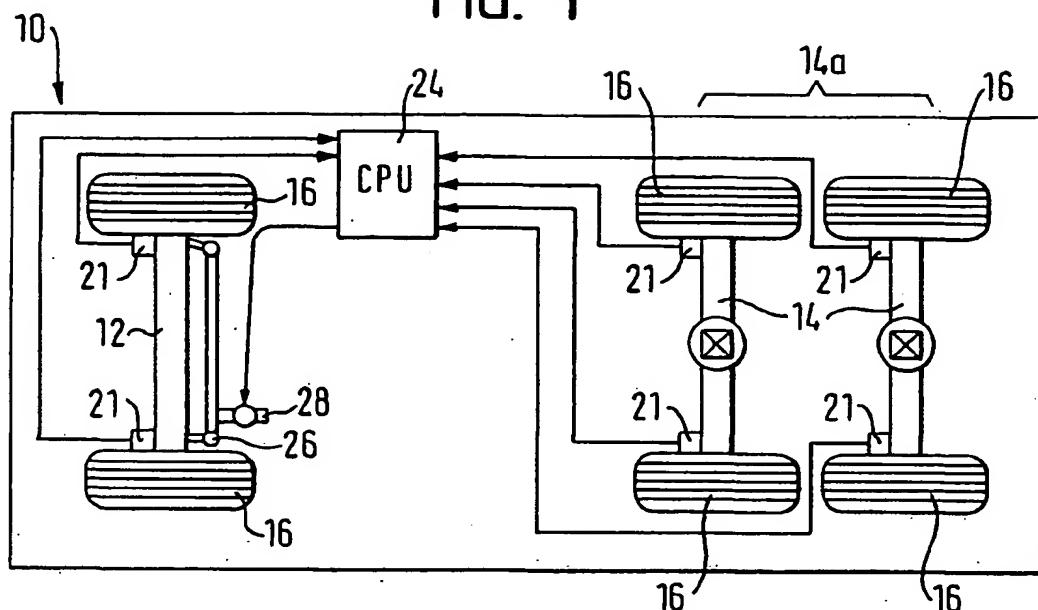


FIG. 3

